

Physical Properties of (Basalt-Ni) System by Thermal Spray Flame Technique

Basil S.Ahmed^a

Ismael .K. Jassim^b

^{a,b}Tikrit University-College of Education and Pure Science- Physical dep.

pro_ismail28@yahoo.com

Submission date:- 4/4/2019

Acceptance date:- 17/4/2019

Publication date:- 1/6/2019

Keywords: Mechanical proprties, Optical Microscope, Ceramic Oxide, coating Cermet.

Abstract

Many surfaces suffer cracks and external corasion such as turbo blades and oil pipes. In order to solve these problems are used coatings of high durability and low cost. In the current research, the powder of the basalt with multiple oxides supported by metal (Ni) 50% was sprayed models with thermal spraying by flame and at multiple spraying distances of (10,12,14,16,18,20) cm after the preparation of the models coated on a base of alloy steel, the process of sintering of the samples at (700, 900, 1100) °C and within two hours have been done. The mechanical tests were (strength adhesion, porosity, hardness, wear and tear) (SEM) for prepared samples before and after sintering. The results showed that the best spraying distance was 16 cm and the best heat treatment is (1100 °C), depending on the results of the adhesion strength tests at (24.43 MPa) and (8.653%) porosity, (1140 Hv) and the hardness of the Vickers and at a constant sliding speed (12000 cm / min). The results of the scanning electron microscopy showed clear surface consistency after thermal conductivity with a few pores and treatments the best (1100.).

الخصائص الفيزيائية لنظام (بازلت-نيكل) بتقنية الرش الحراري بالذهب

باسل صباح احمد* اسماعيل خليل جاسم**

* ** العراق-جامعة تكريت-كلية التربية للعلوم الصرفة-قسم الفيزياء

الخلاصة

تعاني العديد من السطوح تشققات وتآكل خارجي مثل الريش التوربينية وانابيب النفط ولأجل حل تلك المشاكل يتم استخدام طلاءات ذات متانة عالية وكلفة واطئة. ففي البحث الحالي تم استخدام مسحوق صخور البازلت (Basalt) ذات الاكاسيد المتعددة مدعمة بمادة معدنية (Ni) 50% تم رش النماذج المجهزة بتقنية الرش الحراري بواسطة الذهب وعند مسافات رش متعددة هي (10,12,14,16,18,20) cm وبعد اكمال تحضير النماذج المطلوبة على قاعدة من الفولاذ السبائكي تم اجراء عملية التلييد للعينات وعند معاملة (700°C, 900°C, 1100°C) وبزمن ساعتين. اما الفحوص الميكانيكية تمثلت ب (قوة التلاصق, المسامية, الصلادة, البلى) وكما تم اجراء فحص بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) للعينات المحضرة قبل وبعد عملية التلييد. اظهرت نتائج الفحص ان احسن مسافة رش كانت 16 cm وافضل معاملة حرارية هي (1100°C) وذلك بالاعتماد على كل من نتائج فحوص قوة التلاصق التي بلغت (24.43)MPa و المسامية التي بلغت (8.653%) وصلادة فيكرز هي (1140 HV) وكما ووجد عند سرعة انزلاقية ثابتة هي (12000 cm/min) وعند زمن خمسة دقائق وحمل (20N) الحصول على اوطئ معدل بلى (wear) هو (0.397), اما نتائج فحص المجهر الالكتروني الماسح اوضحت تناسق سطحي واضح بعد اجراء المعاملات الحرارية مع وجود قليل للمسامات وعند افضل معاملة حرارية هي (1100°C).

الكلمات الدالة: الخصائص الميكانيكية, المجهر الضوئي, الاكاسيد السيراميكية, الطلاء السيرمي.

١. المقدمة

تعد عمليات الرش الحراري واحدة من أهم عمليات الطلاء الغطائي للمواد الهندسية بسبب امكانياتها التكنولوجية على انتاج طلاءات بسمك أكبر من ($50\mu m$) وبأداء عال لمدى كبير جداً من مواد الطلاء وعلى أسطح مختلفة ولمختلف التطبيقات الصناعية [١]. احتلت تقانات الرش الحراري مكانة متقدمة في عمليات الطلاء، إذ تسمح باستخدام مدى واسع من المواد ابتداءً من المواد ذات درجات الانصهار الواطئة وحتى المواد ذات درجات الانصهار العالية، والمواد المركبة لغرض الحصول على خواص فيزيائية وميكانيكية جيدة للطلاء. كما تعد واحدة من أهم الوسائل المستخدمة صناعياً في عمليات الإكساء السطحي للمتطلبات الصناعية خاصة في طلاء القطع الكبيرة وبكفاءة ومعدلات ترسيب عالية [٢]. يمكن استخدام بعض المركبات للطلاء كخليط أو بصورة منفردة. وفي تكنولوجيا هندسة السطوح عموماً تستخدم ميزة الطلاءات لتقليل الكلفة للمركبات في الخدمة وذلك لتمييزها بخدمة مقبولة للأداء وتقليل الكلفة بمرور الزمن، مقاومة البلى والتآكل للسطح المحدد، إعادة الجزء المتآكل من السطح للخدمة، معالجة التآكل الميكانيكي كالتقعر مثلاً (Pitting)، العزل الحراري (Thermal barrier) [3]. ان عمليات الطلاء بالرش الحراري قد أدخلت كثيراً من البحوث والدراسات في مجال بناء السطوح المتضررة وإعادة تأهيلها للعمل ثانية من خلال اضافة سمك معين من طبقات الطلاء وفق المواصفات الفيزيائية والميكانيكية المطلوبة، كما أن عمليات الطلاء تستطيع أن تدخل في بناء سطوح ذات تطبيقات تكنولوجية صناعية مختلفة مثل: مقاومة التآكل (Oxidation Resistance)، مقاومة التآكل الكيميائي (Chemical Corrosion)، مواد ماصة للأمواج المايكروية، مواد فائقة التوصيل أو مواد عازلة حرارياً. تعتمد تقانة الرش الحراري على معلومات مهمة تحدد كفاءة الطلاء، ففي مجال تهيئة القاعدة (Substrate) يراعى تهيئة القاعدة بالعصف الحبيبي (Grit Blasting) لزيادة معدل خشونة السطح قبل الطلاء [4]. يمكن استخدام العديد من المواد لتنتج طلاءات الرش الحراري وبذلك تعطي حلول لمسائل التآكل المختلفة وهي مواد تتضمن (المعادن - السيراميك - البوليمرات - المواد المترابطة) ويمكن أن تكون بشكل أسلاك أو مسحوق [٥، ٦، ٧]. إن خواص المادة تعطي قاعدة للنتيجة بسلوكها تحت شروط أو تطبيقات مؤكدة، من هنا يمكن إختيار المادة التي يمكن طلاؤها، وتحديد الخواص سواء كانت فيزيائية أم ميكانيكية [٨]. تناولت العديد من البحوث دراسة كل من عملية الطلاء بالرش الحراري بواسطة اللهب والعوامل المؤثرة في كفاءة هذا النوع من الطلاء وكذلك خواص طلاءات الرش الحراري (Thermal Spraying) الناتجة فضلاً عن دراسة إمكانية التحكم في هذه الخواص عن طريق السيطرة على العوامل المؤثرة عليها من معلومات وظروف عملية الرش، من هذه الدراسات نجد ان الباحث (Steffens) أكد ان أفضل مسافة لعملية الرش لمساحيق طبقة الطلاء تتراوح بين (180-200) ملم بينما أفضل مسافة لرش المساحيق الرابطة تتراوح بين (140-160) ملم، أما خشونة السطح قبل الرش يجب أن لا تقل عن (30 مايكرون) وأشار إلى ضرورة عدم رفع درجة حرارة السطح إلى أكثر من ($250^{\circ}C$) [9]. كما وجد الباحث (Hu) وجماعته ان الرش باللهب قد يسجل خشونة سطح عالية مقارنة بالرش بالبلازما فضلاً عن إعطاء معامل احتكاك عالي للسطوح [10]. الباحث (محمد) أكد ان استخدام الرش باللهب على سطح فولاذ متوسط الكربون باستعمال مسحوق الطلاء ذات أساس من (النكل-الكروم) أعطى زيادة أكبر في مقاومة الشد للمعدن الأساس بينما أعطى المسحوق ذو الأساس من (الكروم - ألنيوم) زيادة أكبر في مقدار مقاومة الصدمة [11]. ان الهدف من البحث هو إجراء دراسة تفصيلية لتحديد العوامل المؤثرة على نجاح طريقة الرش الحراري بواسطة اللهب، تحديد العلاقة بين معلومات الرش الحراري ومعدل البلى لطبقات الطلاء عن طريق إجراء اختبارات البلى، الالتصاقية، الصلادة، والمسامية، والفحص المجهرى واختيار المعلومات الأفضل.

٢. الجانب العملي

٢.١ المواد الأولية المستخدمة

قواعد الطلاء المستخدمة عبارة عن فولاذ سبائكي تم تقطيعه بأشكال دائرية ذات قطر $22mm$ وسمكها $4mm$. مواد البحث الحالي تكونت من مسحوق صخور البازلت كمادة اساس بعد ان تم طحنها بطاحونة خاصة مبينة خصائصها بالجدول (١) تم الطحن حتى وصل مقدار الحجم الحبيبي الى اقل من ($100\mu m$) ذات منشأ المائي. اما بالنسبة لمسحوق التدعيم تم استخدام مادة رابطة مصنعة من شركة (METCO 56C) سويدية الصنع تعمل على توليد مناطق تفاعلات كيميائية التي تتألف من (Ni) وبحجم حبيبي ($75-100\mu m$)؛ وذلك لمقاومتها الجيدة للتآكل عند الدرجات الحرارية العالية، وإلى تجانس انصهارها وقوة تلاصق جيدة مع القاعدة الاساس (Substrate).

جدول (١) مواصفات الطاحونة.

| | |
|---|---------------------------|
| Mortar Grinder RM 200 | نوع الطاحونة |
| المانى | المنشأ |
| 8 mm> | الحبيبات الداخلة للطاحونة |
| 10 µm | أقل تنعيم للطاحونة |
| 24.2 kg ~ | الوزن الكلي للطاحونة |
| ٤٨ ساعة | زمن الطحن |
| 100 min ⁻¹ | سرعة الطحن عند (٥٠ Hz) |
| الضغط، الاحتكاك والدوران | كيفية الطحن |
| 250 W (230 V, 50 Hz) / 290 W (120 V, 60 Hz) | قدرة الاستهلاك |
| رقمي، من (1 - 99 min) | ضبط وقت الطحن |

٢.٢ طريقة تحضير العينات للقياس

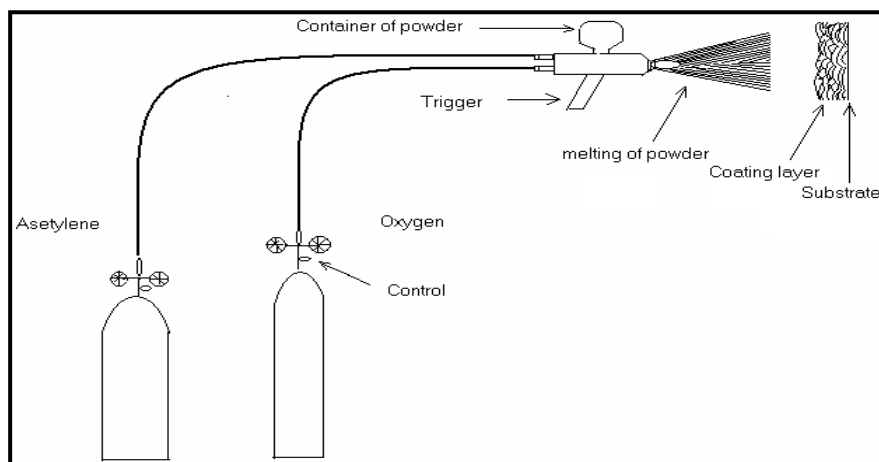
تم تحضير المركبات السيرميتية من أخذ (Ni) ونسبة وزنية مقدارها % (50) وتمت إضافتها إلى مسحوق المادة الأساس من البازلت (Basalt) بنسب % (50). بعد ذلك تم خلط المزيج بصورة جيدة من خلال استخدام خلاط كهربائي لمدة (1hr)، وذلك لغرض الحصول على خليط متجانس . ثم أجريت معاملة حرارية أولية لمساحيق المواد المركبة السيرميتية قبل عملية الطلاء عند درجة حرارة (150°C) لمدة (30 min)، وذلك باستخدام فرن كهربائي ألماني المنشأ يحتوي على مسيطر حراري. إن الغاية من إجراء المعاملة الحرارية قبل عملية الطلاء هي تجفيف دقائق المساحيق من تأثير الرطوبة، وبالتالي ستكون الدقائق بحالة لدونة جيدة، تكون مؤهلة لإنتاج طلاء ذات قوة تلاحق جيدة مع المادة الأساس. تم الإعتماد على إضافة مسحوق مادة رابطة بنسبة وزنية (50%)، وذلك لإرتفاع نسبة المسامية والعيوب السطحية عند إضافة مادة رابطة بنسبة أعلى أو أوطأ من (50%) [12]. تم استخدام طريقة العصف الحبيبي لغرض زيادة خشونة سطح القواعد. بعد الإنتهاء من عملية تخشين أسطح القواعد تنظف العينات ثانية لتلافي تلوثها إن أهم المتغيرات لمعاملات الرش التي يتم الإعتماد عليها لتحديد نوع الطلاء هي المسافة بين مسدس الرش والقواعد ، وزاوية الرش ، وخشونة طبقة القواعد ، وسمك طبقة الطلاء. الجدول (٢) يوضح أهم معاملات عملية الرش (Spraying Process Parameters) التي تم الحصول عليها من خلال التجارب العملية. أما الشكل (١) يوضح قواعد الطلاء المحضرة. تمت عملية الطلاء على العينات المحضرة باستخدام طريقة الرش الحراري بواسطة اللهب والشكل (2) يوضح منظومة الرش باللهب. يتم الحصول على الحرارة اللازمة لصهر مسحوق الطلاء من خلال احتراق الوقود الغازي (Fuel gases)، ويمكن تحديد نسبة الخلط للأوكسجين مع الأستيلين، إذ كانت أفضل نسبة (4 bar) للأوكسجين مع (0.7bar) للأستيلين من خلال منظم خاص. أما مساحيق المواد فإنها تغذى عن طريق بودقة أعلى الجهاز ويمكن التحكم بعملية الفتح والغلق.

الجدول (٢): معاملات عملية الرش الحراري لتحضير المادة المركبة السيرميتية (Basalt + Ni).

| | |
|--------------------------------|-----------------------|
| OXY – Acetylene Mixing | 0.7/4 |
| Spraying Distances | (10,12,14,16,18,20)cm |
| Thickness Coating | 1. 45 ± 0.18mm |
| Flame spray temp. | ≈ (3000)°C |
| Particle size of powder | (75-100)µm |
| Coating Time | (1-2) min |
| Time between two spray prosses | 5 sec |



شكل (١) قواعد الطلاء المحضرة.



شكل (٢) مخطط لمنظومة الرش الحراري بالذهب.

٣. الفحوصات والقياسات

اولاً: اختبار المسامية (Porosity Test)

إن وجود المسامات في طلاءات الرش الحراري هي من أهم أبرز العيوب لهذه الطلاءات، وهي تؤثر في خواص هذه الطلاءات لذلك من الضروري معرفة قيم نسبة المسامات في الطلاء. وتم إجراء فحص المسامية بالاستفادة من عينات من طبقة الطلاء فقط بعد خلعها من المادة الأساس عند إجراء عملية الفحص. تم الإعتماد على مبدأ أرخميدس لطريقة الغمر (Immersion Method) في حسابات نسبة المسامية وفق المواصفة القياسية رقم (ASTM – C 830) [13]، التي تشمل الخطوات الآتية:

- 1- تجفيف العينات لمدة نصف ساعة باستخدام فرن كهربائي من نوع (Heraeus) عند درجة حرارة (75°C) ثم وزن العينات باستخدام ميزان حساس ذي حساسية (±0.001 mgm) ويسمى هذا الوزن (W1).
- 2- غمر العينات في إناء مملوء بالماء المقطر لمدة (24hr) ثم وزن العينات المشبعة بالماء، وتسخن لدرجة (100 °C) وتترك لتبرد ثم توزن ويسمى هذا الوزن (W2).

3- وزن العينات وهي مغمورة ومعلقة في الماء المقطر ويسمى هذا الوزن (W3).

4- يمكن حساب نسبة المسامات المفتوحة (Po %) باستخدام العلاقة الآتية [١٤]:

$$Po \% = [(W2 - W1) / (W2 - W3)] \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

$$S=(2 \pi N_2/60)*r \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$S=(2 \pi *277.4/60)*0.07=2 \text{ m/s}=12000 \text{ cm/min}$$

وان القرص مصنوع من فولاذ العدة (Tool Steel) وذو صلادة (385 HV), وقد تم الحصول على قراءتين لكل إنموذج وحساب معدلها. حيث تم تثبيت سرعة الانزلاق والزمن, وتغيير الاحمال فقط.

خامساً: اختبار المجهر الإلكتروني الماسح (Scanning Electron Microscope test)

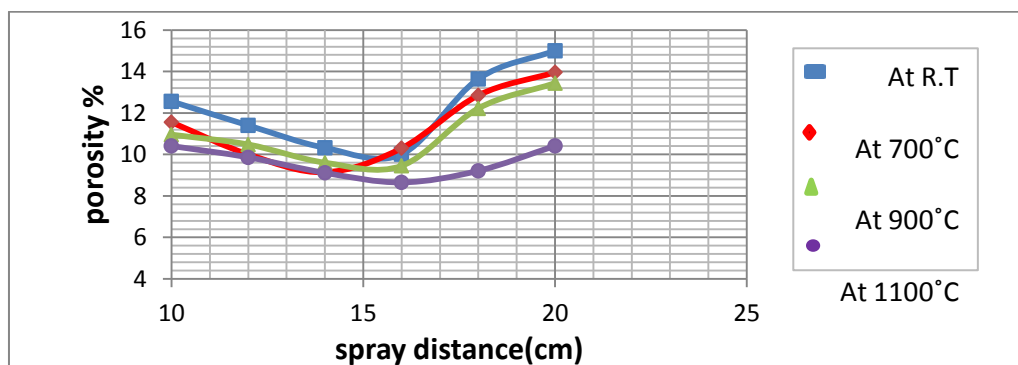
تم إجراء الفحص للعينات باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) نوع (TESCAN) موديل (Vega III) جيكي المنشأ. حيث يتميز المجهر الإلكتروني الماسح عن المجاهر الضوئية في استخدام الإلكترونات بدلاً من الموجات الضوئية, حيث يعطي صورة مفصلة ثلاثية الأبعاد ومكبرة وتكون الصورة باللونين الأسود والأبيض لكونها لا تعتمد على الموجات الضوئية, وتوضع العينات المراد فحصها داخل العمود المفرغ من الهواء في المجهر الإلكتروني من خلال مدخل أو سداة محكمة الاغلاق حيث إن عينات الجهاز تطلّى بالفضة أو الذهب لكي تكون لها قابلية التوصيل الكهربائي وذلك لكون المجهر يقوم بإثارة العينات بواسطة تسليط الإلكترونات عليها, بعدما يفرغ العمود من الهواء و يطلق المدفع الإلكتروني حزمة شعاعية ذات طاقة عالية من الإلكترونات باتجاه سلسلة من العدسات المغناطيسية التي تم تصميمها لكي تجمع تلك الحزمة في مكان دقيق ومحدد, وبالقرب من أسفل العمود المفرغ توجد مجموعة من الملفات المغناطيسية الماسحة والتي بدورها تقوم بتحريك الشعاع المركز من الإلكترونات فوق العينة المراد فحصها ذهاباً وإياباً وصفاً تلو صف حتى يتم تغطية العينة كلها وعند ملاسها الشعاع الإلكتروني لسطح العينة ينتج عن ذلك تحرر بعض الإلكترونات الثانوية من سطح العينة, ويتم الكشف عن هذه الإلكترونات المحررة عبر كاشف خاص يقوم أيضاً بحصرها وإرسال إشارة خاصة لجهاز مكبر الإشارات الإلكتروني وتتكون الصورة النهائية تبعاً لعدد الإلكترونات المحررة من كل نقطة على سطح العينة وبذلك تنشأ الصورة محاكية تماماً للعينة ومطابقة لها [١٦].

٤. النتائج والمناقشة

يتضمن هذا الفصل عرض ومناقشة النتائج التي تم الحصول عليها من خلال الفحوصات التي أجريت على عينات البحث التي حضرت بطريقة الرش الحراري باللهب (Flame Thermal spray) من مسحوق مادة البازلت (Basalt), ٥٠% مع مادة (Ni), ٥٠%.

٤.١ تأثير المعاملة الحرارية في مسامية الطلاء السيرمتي

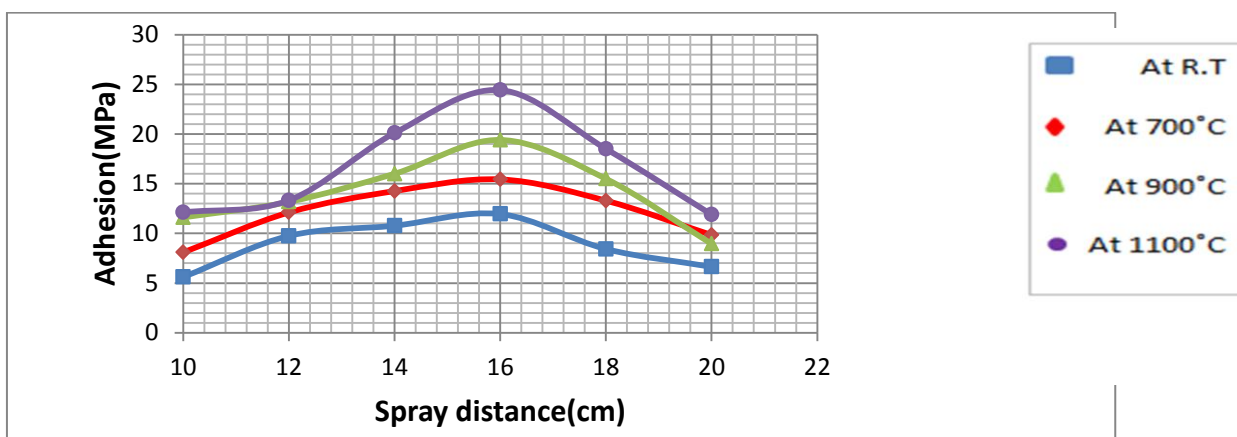
تعدّ ظاهرة المسامية أو وجود المسامات من الصفات السلبية لأغلب طلاءات الرش الحراري, ولها تأثير واضح وكبير في خواصها الميكانيكية [17]. لذا كان من الضروري معرفة مقدار نسبة المسامات في الطلاء وتأثير معاملات الرش والمعاملة الحرارية عليها. وكما بيّنا في الجزء العملي من البحث فقد تمّ اعتماد طريقة الغمر (Immersion method) في حساب نسبة المسامات, وإن هذه الطريقة لا تتطلب أن تكون العينة بأبعاد معينة أو منتظمة الشكل [18]. الشكل (٣) يوضح بأن المسامية تكون عالية جداً عندما تكون مسافة الرش قليلة والمعاملة أيضاً قليلة, وتبدأ بالانخفاض تدريجياً كلما ازدادت هذه المسافة, حتى تصل إلى أقل النسب من المسامية, تبدأ بعدها بالارتفاع مرة أخرى, إن ذلك يعزى إلى عدم توزيع دقائق المادة المنصهرة الخارجة من مسدس الرش بانتظام على سطح القاعدة [19], إذ تكون سرعة ودرجة حرارة دقائق المنصهر عند مركز الرش أكثر منها عند الحافات, وبالتالي تتصلب الدقائق المنصهرة قبل وصولها إلى القاعدة في منطقة الحافات, مما يؤدي إلى تكوين الفراغات أو المسامات. ولغرض الاطلاع بصورة دقيقة على تأثير المعاملات الحرارية على انخفاض قيم المسامية فإن الشكل (٣) يوضح الإسهام الفعال لانخفاض قيم المسامية عند تعرضها إلى درجات معاملة حرارية مختلفة وأقل مسامية كانت عند مسافة الرش (16 cm) وبمعاملة حرارية بدرجة حرارة (1100 °C). إن هذا التغير في قيمة المسامية يعزى إلى تكوين مناطق ترابط جيدة بين طبقات الطلاء السيرميتية بسبب حدوث عمليات تلييد وانتشار للذرات عن طريق انتقال الذرات فيما بينها, ومحاولتها غلق المسامات عند إجراء المعاملة الحرارية. وهذا يتفق تماماً مع نتائج قوة التلاصق والصلادة الميكانيكية.



شكل (٣) المسامية مع مسافة الرش قبل وبعد المعاملة الحرارية.

٤.٢ تأثير المعاملة الحرارية في قوة التلاصق للطلاء السيرميتي

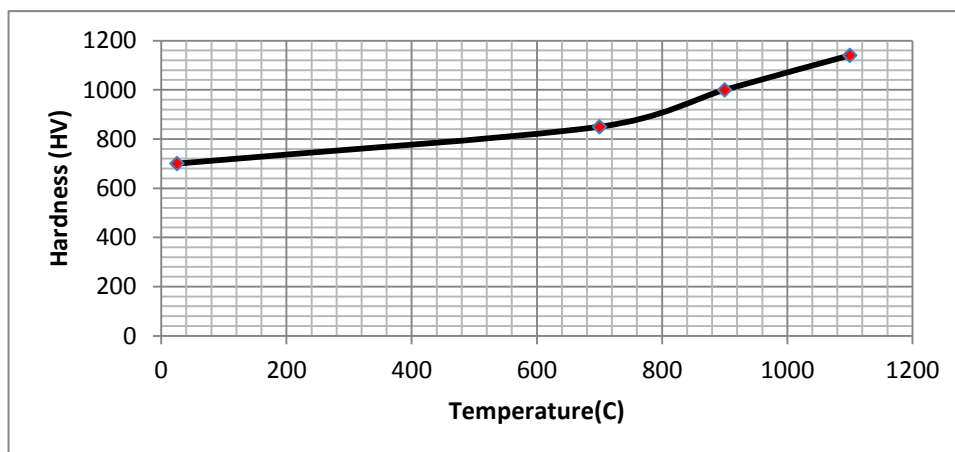
يمكن تعريف قوة التلاصق على أنها القوة المكافئة للقوة اللازمة لخلع وحدة مساحة من طبقة الطلاء عن القاعدة. أو هي قوة الربط بين سطح القاعدة وطبقة الطلاء السيرميتية مسامية. من الشكل (٤) نجد أن قيم قوة التلاصق تكون قليلة عندما تكون المسافة بين مسدس الرش والقاعدة قريبة، ثم تزداد هذه القيم بزيادة مسافة الرش حتى تصل إلى أحسن القيم وأعلاها لقوة التلاصق عند المسافة (16 cm)، ثم تبدأ القيم بالانخفاض التدريجي بازدياد مسافة الرش. إن ذلك يعزى إلى أن زيادة مسافة الرش تؤدي إلى وصول قطرة مادة الطلاء المنصهرة بشكل متجمد إلى سطح القاعدة، وبالتالي تكون طاقتها الحركية قليلة، ومن ثم فإن سرعة ارتطامها بسطح القاعدة تكون قليلة، وغير كافية لحدوث التحام أو التصاق بينها وبين سطح القاعدة، وبالتالي تكون منطقة الارتباط مع سطح القاعدة ضعيفة. في حين أن قلة مسافة الرش تؤدي إلى قلة قوة الالتصاق أيضاً بسبب المسامية العالية بسبب الحرارة العالية لقطرات المادة المنصهرة مما يؤدي بالتالي إلى حدوث استطارة لهذه القطرات وبتجاهات مختلفة. كما ذكرنا قبل قليل، إن فائدة المعاملة الحرارية تؤدي إلى تقليل المسامات والنقوات لطبقة الطلاء وبالتالي إلى زيادة قوة التلاصق بسبب تحسين البنية التركيبية لطبقات الطلاء. ونلاحظ في العينات حصول فشل التلاصق بسبب حدوث الفشل في منطقة الحد الفاصل بين منطقة الطلاء والسطح الأساس، وهذا يتفق مع نتائج الباحث (رزاق) [20]. إن أحسن قيمة لقوة التلاصق كانت عند مسافة الرش (16 cm) و يتفق ذلك مع ما حصلنا عليه في فحوصات المسامية والصلادة، وفي كلتا الحالتين قبل وبعد المعاملة الحرارية للنماذج.



شكل (٤) قوة التلاصق مع مسافات الرش المختلفة قبل وبعد المعاملة الحرارية.

٤.٣ تأثير المعاملة الحرارية على صلادة الطلاء السيرميتي

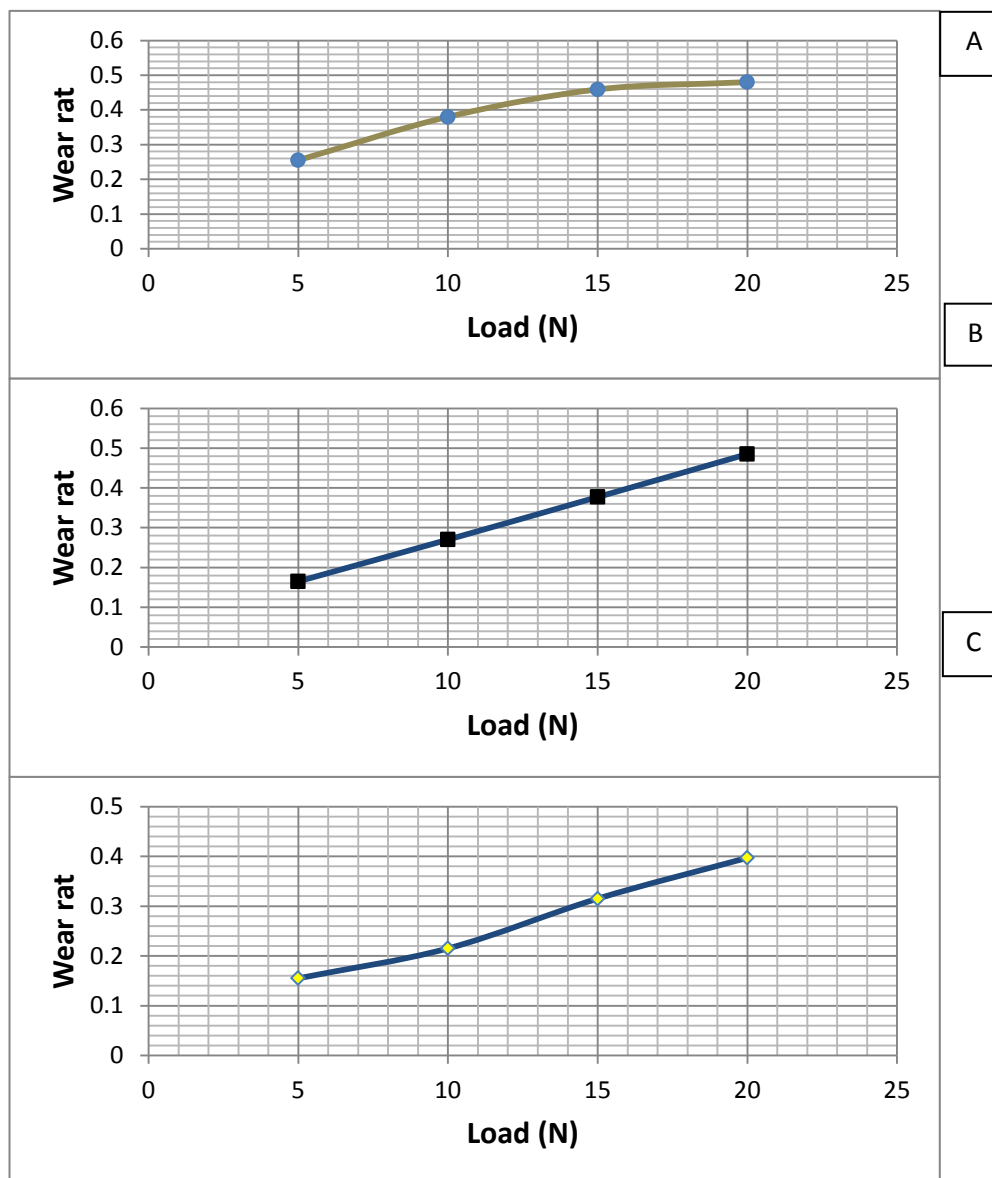
إن تأثير قيم الصلادة الميكانيكية لطبقات الطلاء السيرميتية قبل وبعد إجراء المعاملة الحرارية ولمسافة الرش المثلى (١٦ cm) يمكن ملاحظته من الشكل (٥). لقد لوحظ أنه عند درجة حرارة الغرفة وعند معاملات حرارية (700°C, 900°C) تكون الصلادة منخفضة بسبب المسامية العالية عند هذه المعاملات ولكن عند زيادة درجات المعاملة الحرارية والوصول إلى (1100°C) فإن الصلادة ستكون ذات قيمة عالية حيث المسامية تكون أقل ما يمكن. إن قيم الصلادة تبدأ بالزيادة تدريجياً بسبب زيادة قوة ترابط الطلاء ونقصان المسامية. حيث عند إجراء المعاملة الحرارية (1100°C) ولزمن ساعتين فقط فإن قيم الصلادة أصبحت أكبر، إذ أدت إلى تحسين قيم الصلادة وبالتالي تحسين خواص طبقة الطلاء نتيجة حدوث عملية تليد وانتشار أدت إلى زيادة قوة الترابط بين طبقة الطلاء السيرميتية والمعدن الأساس كما أن زيادة المعاملة الحرارية أكثر يؤدي إلى انخفاض قيم الصلادة وهذا واضح من خلال الشكل ادناه [٨].



شكل (٥) الصلادة مع المعاملة الحرارية المختلفة.

٤.٤ تأثير معدل البلى مع اختلاف الاحمال المسلطة.

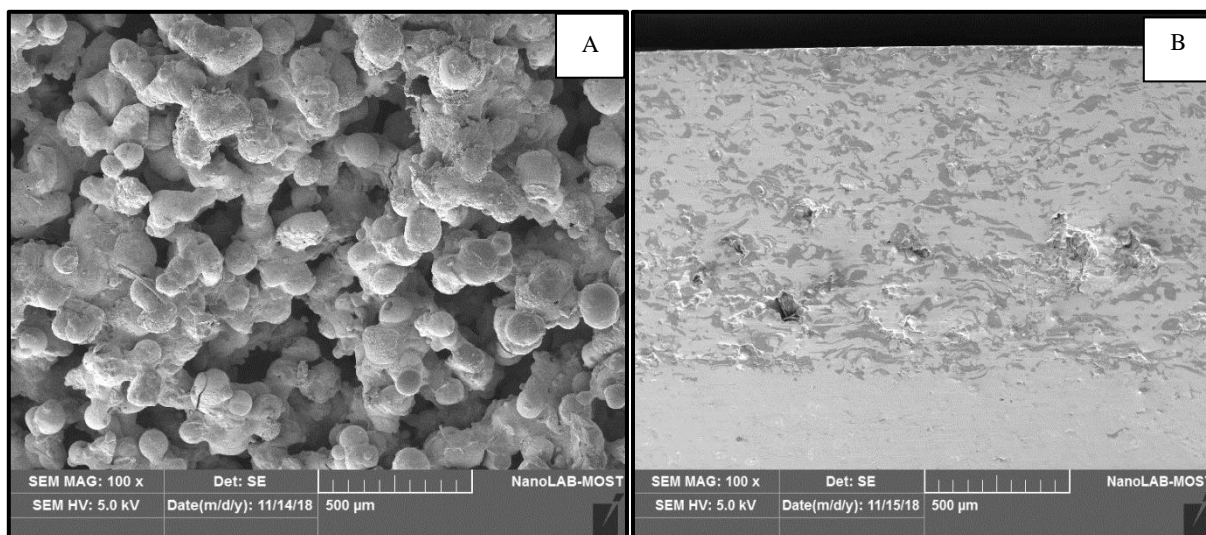
إن البلى هو أحد الخصائص المهمة لسطح المادة والذي يعرف بأنه فقدان المادة من سطح المعدن بسبب احتكاك الاجزاء المتحركة. تم دراسة معدل البلى مع الاحمال المسلطة والتي كانت $(5, 10, 15, 20) N$ وعند معاملات حرارية مختلفة اذ نلاحظ من خلال الشكل (٦) ان لزيادة الاحمال المسلطة مع اختلاف المعاملات الحرارية تأثير على معدل البلى، حيث نجد انه عند المعاملة الحرارية $(700^{\circ}C)$ يكون معدل البلى كبير وذلك يعزى الى ضعف البنية البلورية للطلاء عند هذه المعاملة اذ يكون لزيادة الاحمال تأثير على سطح طبقة الطلاء مما يؤدي الى تآكل السطح مقارنة مع المعاملتين $(900^{\circ}C, 1100^{\circ}C)$ حيث كان اقل معدل بلى هو عند $(1100^{\circ}C)$ ويرجع السبب في ذلك الى الصلادة العالية، وتحسن الخواص الميكانيكية لطبقات الطلاء وبالتالي عدم حدوث أي تشويه لدن، مما أدى الى زيادة مقاومة البلى وإلتحام الدقائق مع السطح اذ وجد ان معدل البلى مع زيادة الاحمال يكون قليل عند هذه الدرجة، وكان عند حمل $20N$ مقداره (0.397) مما يشير الى قوة تراص الحبيبات البلورية نتيجة التليد عند درجات عالية وهذا ما تم ايجاده بنتائج المسامية وقوة التلاصق والصلادة. إن النتائج المستحصلة لمعدل البلى (Wear Rate) تؤكد على أن أهم العوامل المؤثرة فيه هي الصلادة (Hardness)، وأن زيادتها تقلل من معدل البلى ويزيد من قوة التلاصق، وهذا يتفق مع ما تم الحصول عليه من قبل الباحث (E.Rabinowicz) [21] الذي درس تغير معدل البلى مع الصلادة.



شكل (٦) معدل البلى مع معاملات حرارية مختلفة (A) 700°C , (B) 900°C , (C) 1100 °C

٤.٥ : نتائج اختبار المجهر الالكتروني الماسح

ان من خلال صور المجهر الالكتروني الماسح (SEM) الموضحة بالشكل (٧) للمركب (Basalt-Ni) عند ($500\ \mu\text{m}$)، وبقوة تكبير (100X) لجميع العينات، نلاحظ ما هو آت: في الشكل (7/A) قبل المعاملة الحرارية نلاحظ بأن الترابط بين مكونات البازلت مع النيكل متجانسة ولكن عشوائي بعض الشيء لكن تأثير الحرارة اثناء الطلاء واضح من خلال تلاحم الحبيبات مع بعضها بعضاً مع انتشار بعض العيوب السطحية نوعاً ما مع المسامات في البنية المجهرية الواضحة. كما يلاحظ أيضاً وجود مناطق قليلة الكثافة وأخرى عالية الكثافة أدى إلى تباعد العناصر عن بعضها وعدم تجانسها. أما عند الشكل (7/B) نجد أن لدرجة حرارة التليد عند (1100°C) ولنسبة النيكل الكبيرة تأثير واضح على توزيع وانصهار النيكل التام بين مركبات البازلت مع اختفاء واضح للمسامات وقلة العيوب السطحية بشكل كبير جداً، اي إعادة تبلور (Recrystallization) لحبيبات النيكل الرابطة بين أكاسيد البازلت الثمانية ولاسيما عند تدعيم (٥٠%) إذا نلاحظ تجانساً كبيراً بين الحبيبات [22] .



شكل (٧) صور المجهر الالكتروني الماسح (SEM) (A) قبل التلبيد (بعد الطلاء) عند ١١٠٠ °C (B).

الاستنتاجات:

ان من الاستنتاجات المهمة ضمن البحث الحالي هي المقدرة على اجراء عملية طلاء كل من مسحوق البازلت ومسحوق النيكل بطريقة الرش الحراري باللهب حيث تم عمل النماذج واجراء عملية التلبيد عليها ووجد هنالك نتائج مشجعة بعد الوصول الى متغيرات مثالية سواء اكانت خصائص ميكانيكية او فيزيائية.

CONFLICT OF INTERESTS

There are no conflicts of interest.

المصادر

- [١] د. إسماعيل خليل جاسم وآخرون، "تأثير مسافة الرش على خواص طبقة الطلاء"، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ٢٣، العدد ٥، ٢٠٠٤.
- [٢] فرمان، أنوار خالد، "دراسة الخواص الفيزيائية لطبقات الطلاء السيرميتية المنتجة من (Ni-Al + Al₂O₃) بطريقة الرش الحراري"، أطروحة دكتوراة، الجامعة المستنصرية، كلية العلوم، ٢٠٠٥.
- [٣] الجبوري، محمد عجمي عبد، "تأثير المعاملة الحرارية على خواص طبقات الطلاء (Al-Ni) المحضرة بطريقة الرش الحراري" رسالة ماجستير، جامعة تكريت، كلية التربية ٢٠١١.
- [٤] د. إسماعيل خليل جاسم وآخرون، "دراسة تأثير المعاملات الحرارية على الخواص الكهربائية والمسامية لطبقات طلاء المؤلفات السيرميتية المحضرة بطريقة الرش الحراري"، مجلة الفيزياء، جامعة بغداد، ٢٠٠٤.
- [5] Abdul – Rahim Mahamad Sahab , “The effect of plasma spray variable On the development of ceramic coating”, Master thesis , University of Sains Malaysia , 2008 .
- [6] Martia L. Berndt , Christopher Berndt , “ Thermal spray coatings”, Name bam - asmint - 105545 / 6494 - 04d4 - Mp3 , 2003.
- [7] A .Kukuk , R.S.Lima , and C.C Berndt , “ composite coatings of Si₃ N₄ soda lime silica produced by thermal spray process”, Journal of materials and performance, Vol. 9 , pp. (603 - 608) , 2000 .
- [8] دحام، نجاة احمد , " تأثير المعاملة الحرارية على مواصفات سيراميك ألومينا – سيليكات "، أطروحة دكتوراة ، جامعة بغداد ، كلية ابن الهيثم ، 2006 .
- [9] H .D. Steffens, (10th International Thermal Spraying Conference), P. (1-6), May 1983.
- [10] J.J. Hu, J.E. Bultman and J.S .Zabinski, (Tribology letters), 2002.
- [11] إفراس قاسم محمد, (دراسة تأثير المساحيق المستخدمة في الرش الحراري باللهب على بعض الخواص الميكانيكية للفولاذ المتوسط الكربون) أطروحة ماجستير مقدمة إلى قسم الإنتاج والمعادن في الجامعة التكنولوجية, 2007.

[12] Salih Y. Darweesh, Sameen F. Mohammed," Effect of Thermal Treatment on Some Physical and Mechanical Properties of Cermet Coating by Flame Spraying Technology", Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences ,Vol.(26), No.(7): 2018.

[١٣] اسماعيل خليل جاسم, صالح يونس درويش, صايغن محمد نوري, " تصنيع مواد مركبة بتقنية الرش الحراري باللهب", مجلة تكريت للعلوم الصرفة, ٢٣(٥) ٢٠١٨.

[14] A.Turnquist and Bowditch, (Modern Welding), The goodheart-Willcox co. INC, P. 1-20,(1970).

[15] Dong Tianshun, Zhou Xiukai , Li Guolu1, Liu Li and Wang Ran," Microstructure and corrosive wear resistance of plasma sprayed Ni based coatings after TIG remelting", Mater. Res. Express 5 (2018) 026411 <https://doi.org/10.1088/2053-1591/aaadd7> .

[16] D. M. Mullan, " scanning electron microscopy 1928-1965". P.(175-185), 17(3),2006.

[17] H.Reh,J .Inter. Ceram. ,Vol.35,No.6,(1986).

[18] Powder Diffraction File, Inorganic volume, card no. (10-173), published by joint committee on powder diffraction standards,(1974).

[19] D.Zhu. R.A .Miller, thermo physical and thermo mechanical properties of thermal barrier coating systems, ceram. sci.proc. vol.21, pp. (623-633), (2000).

[20] [رزاق , عمار , "تأثير عوامل الرش الحراري باللهب على معدل البلى للفولاذ المتوسط الكربون", رسالة ماجستير, الجامعة التكنولوجية (2010),

[21] E. Rabinowicz, " Friction and wear of materials ", John Wily and Sons, New York , 1965.

[22] Jassim, Ismael, Abdul Samee Abdul Aziz, Fadhil Farhan, و Salih Darweesh. 2018. خصائص التوصيلية الكهربائية. 2018. 26مجلة جامعة بابل - للعلوم الصرفة والتطبيقية.لنظام (بازلت-المنيوم) مصنعة بطريقة تكنولوجيا المساحيق 288 - 300. (2) 26مجلة جامعة بابل - للعلوم الصرفة والتطبيقية.لنظام (بازلت-المنيوم) مصنعة بطريقة تكنولوجيا المساحيق <https://doi.org/10.29196/jub.v26i2.884>.